

Mémoire de Maîtrise en médecine No 305

Canal lombaire étroit

*Corrélation entre imagerie et
mobilité chez des sujets présentant une
sténose canalaire lombaire.*

Etudiant

Romain Pittier

Tuteur

Dr C. Schizas

Dpt. de l'appareil locomoteur, Hôp. orthopédique

Co-tuteur

Gerit Kulik, PhD

Dpt. de l'appareil locomoteur, Hôp. orthopédique

Expert

Dr S. Genevay, RHU, HUG

Lausanne, 12.2011

Table des matières

1. Remerciements	4
2. Résumé	5
3. Introduction	6
a. Définition	6
b. Anamnèse	6
c. Clinique	7
d. Imagerie	7
e. Diagnostic	8
f. Mesure de la mobilité	10
g. Traitement	10
h. Hypothèses	10
4. Méthodologie	12
a. Recrutement des patients	12
b. Matériel de mesure	12
c. Données	13
5. Analyse des résultats	14
a. Démographie	14
b. ODI, VAS et grade morphologique	15
c. Paramètres de marche	17
6. Discussion	21
a. ODI, VAS et grade morphologique	21
b. Paramètres de marche	22
c. Limites et perspectives	24
7. Conclusion	25
8. Bibliographie	25
9. Annexes	28

1. Remerciements

Suite à la réalisation de ce travail de master, je tiens à remercier tout particulièrement:

- Madame Gerit Kulik pour son travail, sa disponibilité, son soutien et sa gentillesse
- Madame A. Paraschiv-Ionescu et Monsieur K. Aminian du laboratoire d'analyse du mouvement de l'EPFL pour leur travail
- Monsieur le Dr C. Schizas pour son tutorat
- Monsieur le Dr S. Genevay pour son expertise

2. Résumé

La **sténose du canal médullaire lombaire** peut aujourd'hui se traiter de deux façons différentes à savoir le traitement non- chirurgical (physiothérapie, AINS, infiltrations de corticostéroïdes) pour les patients souffrant de symptômes modérés et le traitement chirurgical (décompression canalaire) pour les patients avec des symptômes graves et des déficits fonctionnels. Plusieurs études ont tenté de comparer ces deux approches thérapeutiques. Pour ce faire, on se sert de questionnaires d'évaluation subjective des capacités fonctionnelles (Oswestry Disability Index) souvent associés à des mesures des capacités de marche en laboratoire.

Notre étude utilise des capteurs gyroscopiques placés sur le corps des sujets afin de mesurer des paramètres de positions, de transferts de position et de la marche pendant 5 jours consécutifs. Cette méthode nous permet d'effectuer ces mesures objectives dans le cadre de vie des patients, dans leurs activités quotidiennes. Nous espérons ainsi obtenir des résultats qui soient plus représentatifs de leur mobilité.

Dans le cadre de mon travail de master, je me suis concentré sur la phase pilote d'une étude du Dr Schizas. Cette phase ne regroupe qu'un nombre limité de sujets (14) répartis en deux groupes de 7 suivant le traitement reçu (chir. contre non-chir). Nous avons alors émis trois hypothèses. La première dit que, avant traitement, les patients non-opérés marchent mieux que les patients destinés à la chirurgie (symptômes moins intenses). La deuxième postule que le traitement chirurgical permet d'atténuer suffisamment les symptômes pour que les capacités de marche se rapprochent de celles des patients non opérés avant traitement (efficacité de la chirurgie). Pour finir, notre dernière hypothèse prétend que, après la chirurgie, les patients opérés voient une amélioration de leur capacité de marche par rapport à celles qu'ils avaient avant l'intervention. 4 paramètres ont été retenus afin de caractériser la marche: la longueur des pas, la vitesse, la cadence des pas et la distance parcourue. C'est à partir des moyennes et des coefficients de variabilité de ces paramètres que nous avons effectué nos comparaisons.

Après l'analyse de nos résultats, il s'avère que nos valeurs tendent à valider nos trois hypothèses à quelques exceptions près. Hypothèse n°1: avant traitement, les patients non destinés à la chirurgie marchent plus vite (2.96 contre 2.87 P 0.84) et avec une cadence des pas plus importante (101.78 contre 94.59 P 0.047). Seule la longueur des pas est plus importante chez les futurs opérés (1.01 contre 0.96 P 0.72). Les coefficients de variabilité (CV) sont tous plus faibles chez les non-opérés (marche plus homogène). Concernant notre 2^{ème} hypothèse, nous sommes plutôt satisfaits des résultats. A 3 mois après la chirurgie, les patients opérés, comparés aux non-opérés avant traitement ont une longueur de pas similaire (1.02 contre 0.96 P 0.70) et une vitesse plus importante (3.08 contre 2.96 P 0.83). Seule la cadence des pas est plus élevée chez les non-opérés (101.78 contre 100.23 P 0.72). Les CV confirment également un rapprochement des capacités de marche de nos patients opérés de celles des non-opérés. Pour la troisième hypothèse, nous sommes heureux de constater que les moyennes et les CV sont tous en accord avec l'idée de base. A trois mois post-traitement les patients opérés font des pas de longueur similaire (1.02 contre 1.01 P 0.93), marchent plus vite (3.08 contre 2.89 P 0.52) et à une cadence plus importante (100.23 contre 94.59 P 0.19).

Avec seulement 14 patients, il est bien clair que ces résultats n'ont que peu de valeur statistique. Cependant, ces résultats nous encouragent à poursuivre cette étude sur un collectif de patients plus important dans le but de mieux comprendre les troubles de la mobilité des personnes atteintes de canal lombaire étroit.

3. Introduction

a. *Définition*

Décrite avec précision, en 1954, par le chirurgien hollandais Verbiest (28), le canal lombaire étroit est une affection du rachis lombaire qui résulte en une compression de la queue de cheval suite à des troubles constitutionnels ou dégénératifs.

Commençons par un peu d'**anatomie**. Le rachis lombaire se compose de cinq vertèbres connectées par plusieurs éléments que nous nommerons les parties molles. Cela comprend le ligament jaune, les capsules articulaires, les disques intervertébraux et le ligament longitudinal dorsal. Le cône médullaire s'arrêtant aux environs de L1, c'est ensuite la queue de cheval qui conduit l'information nerveuse. Elle est composée de radicules qui, une fois sorties du rachis, se nomment les nerfs spinaux. Ces éléments du système nerveux traversent les vertèbres par trois orifices. Nous distinguerons le foramen vertébral (canal central) et le récessus latéral (partie latérale du foramen vertébral) par lesquels passent les radicules de la queue de cheval, et le foramen intervertébral par lequel passent les nerfs spinaux.

Du point de vue des **étiologies** de la sténose canalaire lombaire, celles-ci se divisent en deux groupes ; les causes constitutionnelles (congénitales) et les causes dégénératives (acquises). Les premières étant rares et n'entrant pas dans le cadre de notre étude, nous ne développeront que la cause dégénérative. En principe, ces dernières apparaissent avec le vieillissement et s'inscrivent dans un processus d'usure normale de la colonne vertébrale. Ce phénomène peut toucher jusqu'à 30% de la population de plus de 60 ans mais on ne parlera de "canal lombaire étroit" que lorsqu'une corrélation existe entre l'imagerie et l'apparition de symptômes. Heureusement, ceci ne concerne que 2 à 8% de ces personnes. L'âge typique d'apparition de ce trouble se situe le plus souvent entre 50 et 70 ans. D'un point de vue **physiopathologique**, les dégénérescences se font alors en plusieurs stades commençant par des micro-lésions discales ou capsulaires. Dans un deuxième temps, apparaîtra un pincement discal accompagné d'ostéophytes et, pour terminer, se formera une hypertrophie articulaire avec un épaississement des ligaments et des capsules articulaires (30). C'est donc par cette augmentation de "volume" des tissus mous que les structures nerveuses seront comprimées. Les niveaux vertébraux atteints sont, par ordre décroissant de fréquence, L4-L5, L3-L4, L2-L3 et L5-S1 (25).

b. *Anamnèse*

A l'anamnèse, le symptôme cardinal le plus souvent évoqué sera la *claudication intermittente à la marche* qui n'est soulagée qu'en se penchant en avant ou en s'asseyant. Ceci est expliqué par le fait que la flexion du rachis permet d'augmenter le diamètre du canal lombaire et inversement pour l'extension. On retrouve également d'autres symptômes neurologiques, comme des radiculalgies ainsi qu'une paresthésie et une faiblesse des membres inférieurs (MI). Ces derniers symptômes peuvent apparaître en marchant ou en simple position debout. Au cours d'un épisode de douleur, les troubles des membres inférieurs partent en général de la racine des membres pour se diriger vers les extrémités (de proximal à distal). L'apparition des symptômes peut être soit indolente et progressive soit faire suite à un traumatisme de la région lombaire.

La claudication d'origine *vasculaire* est le diagnostic différentiel qui arrive en tête de liste. Celui-ci pourra être écarté, dans la plupart des cas, par une bonne anamnèse et un examen clinique d'après les quelques critères qui sont listés ici.

	Claudication vasculaire	Claudication neurogène
distance de marche	fixe	variable
soulagement des douleurs	debout	assis et/ou penché en avant
marche en montée	douleurs des MI	Ø douleur
pratique du vélo	douleurs des MI	Ø douleur
type de douleur	crampe, resserrement	engourdissement, pique
pouls du pied	absents	normaux
peau des MI	perte des poils et atrophie	normale
atrophie musculaire des MI	rare	occasionnelle
faiblesse des MI	rare	occasionnelle
dorsalgies	Ø habituelles	habituelles
limitation de la mobilité spinale	Ø habituelles	habituelles

Walter B. Greene, MD, Robert K. Snider and al., *Essentials of Musculoskeletal Care*, 2nd edition, AAOS 2001

En cas de doute entre les deux diagnostics, un examen vasculaire spécifique pourra être réalisé.

c. Clinique

A l'examen clinique, plusieurs éléments permettront de suspecter un canal lombaire étroit. D'un point de vue neurologique, la proprioception des MI pourra être suffisamment altérée pour positiver un test de Romberg. La sensibilité de la peau pourra être modifiée au niveau des dermatomes innervés par les racines nerveuses touchées et une baisse des réflexes des MI pourra être observée. Notons encore que, si cela n'a pas été relevé à l'anamnèse, une baisse de tonus des sphincters au niveau de la vessie et de l'anus pourra apparaître au status. Finalement, à l'examen du rachis, le clinicien remarquera occasionnellement une scoliose lombaire ou d'autres anomalies de la statique rachidienne (30).

Les symptômes ressentis, si aucun traitement n'est entrepris, évoluent en principe avec le temps vers l'aggravation. La gêne fonctionnelle impliquée peut conduire à des conséquences psychiques de type trouble dépressif. Les lombalgies peuvent également forcer les patients à prendre des "postions" inadéquates pour le rachis induisant, par exemple, des troubles de type déséquilibre musculaire. C'est alors que la physiothérapie prend tout son sens afin de corriger ces troubles induits. Des exercices de gainages du tronc et autres renforcements musculaires sont proposés. Par exemple, une stimulation de la musculature abdominale permettra d'augmenter la flexion du rachis qui, comme évoqué plus haut, garantit une augmentation du diamètre du canal lombaire (25).

d. Imagerie

La **radiologie** est utilisée comme examen de dépistage mais également pour confirmer le diagnostic basé avant tout sur la clinique. La technique la plus utilisée aujourd'hui est l'IRM en pondération T2 car elle permet l'obtention d'images de type myélographiques sans qu'aucune injection ne soit nécessaire. La définition des structures osseuses sera certes moins bonne qu'avec le scanner, mais rappelons nous que les éléments qui compriment la queue de cheval sont avant tout les tissus mous ! Les radiographies standards, quant à elles, ne permettront pas de visualiser une sténose canalaire de par leur incidence (face ou

profil). En effet, l'observation d'une sténose médullaire se fait avant tout au travers d'images en coupe axiale (transverse). Nous ne pourrions alors observer que d'éventuelle spondylolisthésis qui sont des glissements dégénératifs de corps vertébraux adjacents. Agissant alors tel un coupe- cigare, il est facile de comprendre qu'une compression de la queue de cheval est inévitable.

e. *Diagnostic*

Le diagnostic de sténose canalaire lombaire est posé par le Dr Schizas selon les 3 aspects qui viennent d'être développés à savoir **l'anamnèse et la clinique** principalement **ainsi que l'imagerie IRM**. Les coupes axiales réalisées par cette dernière technique, ont permis de mesurer objectivement la taille du canal médullaire. Les spécialistes ont ainsi pu établir une définition du canal lombaire étroit qui doit avoir diamètre sagittal inférieur à 10mm (25). Certains considèrent également l'aire du sac dural en coupe axiale pour le diagnostic de sténose. Une aire inférieure à 100mm² représente une sténose relative alors qu'une aire inférieure à 75mm² représente une sténose absolue. Ces deux paramètres purement radiologiques présentent une limite. En effet, plusieurs études ont démontré qu'il n'existait pas de relation entre la taille du sac dural et la symptomatologie présentée par le patient (3) (16) (24) (26) (31) (32). Par conséquent, à cause de cette non-corrélation, certains sujets asymptomatiques se sont vus diagnostiquer radiologiquement un canal lombaire étroit alors que des patients suivis et traités pour des symptômes graves, n'était objectivement atteints que d'une sténose radiologique légère (16). En ce qui concerne les symptômes et leur retentissement sur la capacité fonctionnelle, les scores les plus souvent utilisés sont **l'Oswestry Disability Index (ODI)** et **l'échelle visuelle analogique (VAS)**. L'ODI, en plus d'évaluer la douleur ressentie, tente de quantifier la capacité du sujet à effectuer des gestes de la vie quotidienne comme la marche et la toilette, le port de charge, la vie sociale etc. (**voir annexes**).

C'est à partir de ces considérations que l'idée est venue de trouver un moyen plus performant pour évaluer la capacité fonctionnelle réelle des sujets. Plusieurs études ont utilisé le **tapis roulant** pour tenter de corréliser la distance de marche sur cet appareil et l'imagerie du canal lombaire. Certaines ont montré l'intérêt de ce moyen d'évaluation, par exemple, pour l'évaluation de traitements chirurgicaux (10). D'autres ont trouvé un lien entre la distance maximale de marche sur tapis et l'évaluation subjective des patients de leurs symptômes dans les activités de la vie quotidiennes (AVQ) (13). Une relation entre la distance parcourue et la mesure objective de l'aire de section du sac dural a été démontrée par Barz and al. mais cette étude ne trouve pas de corrélation entre la distance de marche et l'évaluation subjective de la douleur par les patients (6). En réfléchissant au fonctionnement d'un tapis roulant, on comprend la différence entre la marche sur cet appareil, qui ne demande pas d'effort de propulsion, et la marche "réelle" sur des surfaces irrégulières, des escaliers, des plans inclinés etc. Donc, au vue de cette cacophonie de résultats, concernant le tapis roulant, il apparaît évident que cet appareil n'est pas un excellent prédicateur de la capacité fonctionnelle des sujets dans leur environnement en lien avec leur sténose canalaire.

Haig and al. (16) émettent, dans leur article, une hypothèse à propos de ce manque de corrélation. L'imagerie IRM du canal lombaire s'effectue en décubitus dorsal alors les tests de marche s'effectuent debout. Il est possible que cette dernière position favorise la sténose à cause d'une instabilité vertébrale, d'une compression des tissus mous (ligament jaune, disque intervertébral, et graisse épидurale postérieure), ou d'une congestion veineuse.

Par conséquent, et dans l'idée de mieux définir la sténose canalaire, l'équipe lausannoise du Dr. Schizas a récemment publié un article proposant une autre méthode de classification (26). Des images IRM T2 en coupe transverse du canal médullaire sont effectuées au niveau lombaire. A partir de cela est évalué le rapport entre la surface occupée par les racinelles de la queue de cheval et la surface occupée par le LCR. Ceci amène à une **description morphologique** du sac dural qui définit 7 stades : A1-4, B, C et D dans l'ordre croissant de

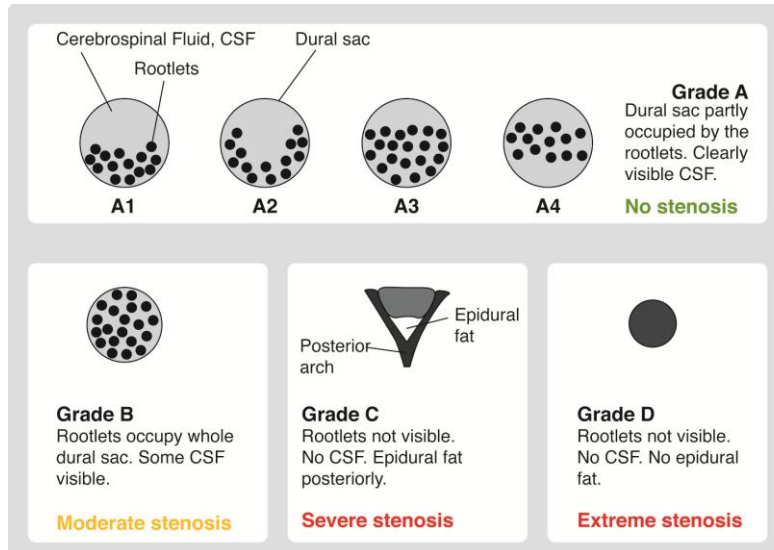


Figure 1; Classification morphologique des grades de sténose canalaire lombaire (24 Schizas and al.)

la symptomatologie (groupe chirurgical), le deuxième groupe comprenait les patients ne recevant qu'un traitement conservateur (groupe non-chirurgical) et le troisième regroupait les patients souffrant de douleurs lombaires aspécifiques (groupe douleurs lombaires). Après l'étude des grades morphologiques attribués à ces 95 patients il fut observé ceci ; la majorité des patients du groupe "douleurs lombaires" étaient de grade A, une large proportion des patients "non-chirurgicaux" se voyaient attribuer un grade A ou B alors que la majorité des patients du groupes chirurgical avaient une sténose de grade C ou D. Lorsque furent comparés les grades morphologiques de sténose avec l'aire du sac dural, il fut noté un chevauchement significatif des différents grades pour une aire donnée (**Figure 2**). Ceci permet d'expliquer la différence de symptomatologie possible pour une même aire de sac dural.

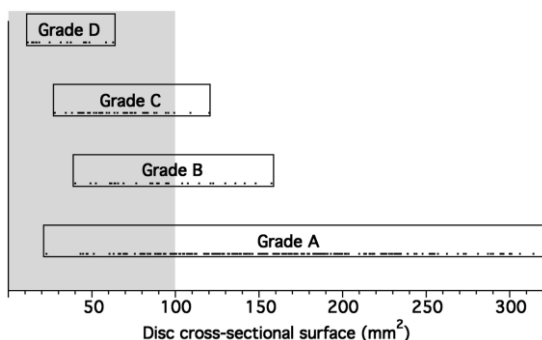


Figure 2: Relation entre le grade morphologique et la surface du sac dural

Dans la suite de ce travail, nous nous baserons sur cette classification pour décrire la gravité de la sténose canalaire.

f. Mesure de la mobilité

Concernant la **mesure de la mobilité fonctionnelle des patients**, en 1998, une équipe de l'université Erasmus à Rotterdam présentait un dispositif permettant de mesurer le temps passé dans différentes postures (couché, assis, debout), la démarche, le temps mis pour effectuer le transfert entre ces positions etc. (8). Un an plus tard, l'EPFL présentait son dispositif « Physilog » ayant pour but de mesurer la position des sujets ainsi que le temps mis pour effectuer les transferts (2). Ces mesures s'effectuent grâce à des accéléromètres contenus dans deux petits boîtiers fixés au thorax et à la cuisse par des patchs autocollants. Cinq volontaires sains étaient placés pendant une heure dans une pièce spécialement aménagée avec le dispositif alors qu'une caméra enregistrait la scène. Il est apparu que le taux d'erreur des capteurs par rapport à la vidéo était négligeable. En 2002, toujours à Lausanne, le dispositif fut amélioré en plaçant un troisième capteur du même type au niveau de la jambe. Ceci permit aux chercheurs de mesurer, en plus des positions et des transferts, des paramètres de marche comme la longueur des foulées, la cadence des pas, la vitesse et la distance de marche (1). Le peu d'encombrement du système et la facilité d'utilisation permet d'effectuer ces mesures chez des personnes actives comme sur des personnes âgées plus sédentaires.

Depuis lors, ce système de mesure ambulatoire a été utilisé à plusieurs reprises pour l'évaluation de traitements comme par exemple l'électrostimulation de la moelle (4) (7) (20) ou pour évaluer les capacités motrices de patients n'ayant pas répondu à la chirurgie du rachis (8).

g. Traitements

En ce qui concerne les **traitements**, deux axes principaux sont aujourd'hui possibles. Pour les patients que nous avons suivis, c'est tout d'abord un traitement non chirurgical qui est mis en place durant au minimum 3 mois. Ce traitement associe principalement les infiltrations de corticostéroïdes à la rééducation qui consiste en des exercices posturaux, d'étirement et de renforcement musculaire. A cela est également ajouté un traitement d'AINS ou d'analgésie orale. En cas d'échec de ce traitement, et dans les cas de sténose sévère avec critères de gravité, c'est l'approche chirurgicale qui est envisagée. Nous pourrions citer comme éléments de gravité les déficits neurologiques (sensibilité, motricité, réflexes ostéo-tendineux), les troubles de la marche, les troubles sphinctériens et les dorsalgies nocturnes (30). Au bloc opératoire et sous anesthésie générale, le chirurgien pratiquera une décompression canalaire qui pourra être réalisée par plusieurs techniques. Il faudra choisir entre la laminectomie, la laminotomie, une décompression uni ou bilatérale par instrumentation minimale invasive ou, plus récemment, les implants interépineux.

Plusieurs études ont **comparé l'efficacité des traitements** conservateurs et chirurgicaux. Il en est ressorti, qu'à trois mois après l'un ou l'autre des traitements, 80% des patients ressentaient une diminution des douleurs. En revanche, quatre ans plus tard, 80% des patients opérés qualifient le résultat d'excellent contre 50% pour les sujets ayant reçu le traitement conservateur (24).

h. Hypothèses

Ce travail de master s'est effectué à partir d'une étude en cours de réalisation par le Dr Schizas et son équipe. Cette étude a pour but de comparer les traitements chirurgicaux et non-chirurgicaux par rapport aux conséquences à long terme sur les **capacités fonctionnelles** des patients. Ces dernières, sont évaluées par deux outils ; d'une part

l'Oswestry disability index (ODI) ainsi que l'échelle visuelle de la douleur pour ce qui est de l'évaluation subjective et d'autre part les capteurs de type accéléromètre/gyroscopes portés par les patients pendant 5 jours consécutifs (voir *Diagnostic*). Les capteurs sont portés avant le traitement (baseline) puis, en principe, à 3 mois, 6 mois et 12 mois après traitement. L'idée étant d'effectuer le premier suivi de patients souffrant de canal lombaire étroit par des mesures objectives de leur mobilité dans leur vie quotidienne et de pouvoir ainsi comparer les deux types de traitement à long terme.

Cette étude étant encore dans sa phase pilote, une trentaine de patients (opérés et non-opérés) y ont été incluse pour l'instant. Parmi eux, 7 patients recevant le traitement non-chirurgical et 7 patients destinés à la chirurgie (mon collectif de patients) ont déjà effectué les mesures baseline (avant traitement). Les 7 patients qui ont été opérés ont également accompli les mesures à 3 mois post-traitement.

Le choix du traitement se fait en fonction de plusieurs paramètres. Parmi ceux-ci figurent **l'intensité des symptômes (anamnèse), la présence de déficits neurologiques (clinique), le grade morphologique de la sténose (imagerie) ainsi que le désir du patient concernant son traitement** (26). Quoi qu'il en soit, et quelles que soient les preuves objectives d'une sténose (clinique/ imagerie), la décision finale appartiendra dans tous les cas au patient. Le choix du type de traitement se fera suivant son vécu de la maladie et de sa tolérance vis à vis des symptômes. De plus, il est à préciser que l'éventualité d'un traitement chirurgical ne se fait qu'après avoir constaté l'échec d'un traitement conservateur d'une durée de trois mois.

Donc, à partir de ces derniers éléments, nous pouvons faire trois hypothèses :

- 1. Premièrement, avant tout traitement, la mobilité des "patients chirurgicaux" est inférieure à celle des "non-chirurgicaux" (pierre angulaire de la décision thérapeutique).**
- 2. Deuxièmement, à 3 mois après le traitement, la mobilité des patients opérés devrait se rapprocher de celle des patients "non-chirurgicaux" avant traitement.**
- 3. Troisièmement, à 3 mois après l'intervention chirurgicale, les patients opérés ont une meilleure capacité de marche qu'avant le traitement.**

Ces trois hypothèses seront reprises lors de l'analyse des résultats dans le chapitre du même nom.

Les capteurs portés par nos patients nous ont fournis une grande quantité de paramètres. Je citerai parmi eux le temps passé dans chaque position, le temps nécessaire aux transferts entre les positions et l'angulation moyenne de chaque articulation au cours de la marche. Afin de ne pas se perdre dans l'analyse de ces résultats, il a été décidé de se concentrer sur 4 paramètres qui nous semblaient être les plus représentatifs : **la vitesse de marche, la longueur des pas, la cadence des pas et la distance parcourue**. Tous les détails quant au traitement de ces trois paramètres sont détaillés dans le chapitre suivant intitulé "Méthodologie".

Note: dans la suite de ce travail, afin de simplifier l'appellation des patients suivant le type de traitement reçu et la série de mesure concernée nous procéderons comme ceci:

- les patients subissant le traitement chirurgical seront appelés "**opérés**" alors que les patients recevant le traitement non- chirurgical seront appelés "**non-opérés**".
- les mesure avant traitement seront appelées "**baseline**" alors que les mesures à 3 mois après traitement seront nommées "**3M**".

4. Méthodologie

a. *Recrutement*

Concernant les traitements, l'efficacité objective des deux types de thérapies que nous avons évoquées dans l'introduction (traitement conservateur et chirurgical), n'a jamais été prouvée. Seules des évaluations subjectives comme des questionnaires ou des tests de laboratoire (marche sur tapis roulant) ont été entrepris jusqu'à aujourd'hui. Le but de notre étude est de démontrer une amélioration significative des capacités fonctionnelles des patients dans leurs activités quotidiennes grâce aux thérapies proposées. Ces capacités seront décrites de façon objective grâce au matériel de mesure présenté plus loin dans ce chapitre.

La première étape de notre étude fut de soumettre notre protocole à la commission d'éthique du CHUV. Après que celle-ci ait donné son accord, nous avons pu commencer nos travaux. C'est à la consultation du Dr. Schizas (hôpital orthopédique, Lausanne) que les patients, ayant pour diagnostic une sténose du canal lombaire, sont recrutés. Après avoir reçu leur consentement éclairé, les mesures se déroulent comme ceci ; les trois capteurs sont portés pendant 8 heures sur 24 durant cinq jours consécutifs. Ceci se répète, en principe à 2 reprises à savoir ; une première mesure **avant le traitement (baseline)** et **une deuxième à 3M**. Par la suite, dans la deuxième phase de l'étude, des mesures seront également effectuées à 6 et 12 mois post traitement.

Les sujets, suivant le type de thérapie qu'ils reçoivent, sont répartis en deux groupes, respectivement les « non-opérés » et les « opérés ». La décision, quant à la modalité thérapeutique proposée, dépend principalement de 4 paramètres qui sont l'anamnèse (ODI), la clinique, la sévérité de la sténose à l'imagerie et, bien sûr, le souhait du patient. C'est en pondérant ces différents facteurs que la décision est prise d'effectuer un traitement chirurgical (Dr. Schizas) ou un traitement non-chirurgical dispensé principalement par des physiothérapeutes et des rhumatologues (+ le Dr. Schizas pour l'antalgie).

b. *Matériel de mesure*

Pour effectuer les mesures, nous utilisons les capteurs développés par le Laboratoire d'analyse du mouvement qui ont déjà été utilisés, entre-autres, dans l'étude de Büchser (7). Ces derniers se répartissent sur le corps des patients de la façon suivante. Un premier capteur contenant **un gyroscope et un accéléromètre** est placé sur le sternum. Un second contenant un gyroscope et un accéléromètre se place sur la face antérieure d'une des deux cuisses et le dernier se fixe sur la crête tibiale de la jambe du même côté. Chacun des ces boîtier-capteurs mesure environ 5x4x2,5 cm. Ils se fixent sur la peau grâce à une feuille de velcro autocollante sur laquelle s'attache, par système de scratch, un petit étui qui contient le capteur. Pour les personnes qui présenteraient une allergie à la feuille velcro nous utilisons du Méfix, employé normalement pour confectionner les pansements. Une fois fixés, les capteurs sont portés pendant huit heures d'une journée. A la fin de cette période, la personne participant à l'étude doit les placer dans un réceptacle qui sert notamment à collecter les données mesurées en plus de recharger les batteries des 3 appareils.

Après que les sujets aient accepté de participer à notre étude, nous convenons avec eux d'une date pour commencer la première série de mesure. Lorsque nous leur confions le matériel décrit ci-dessus, 15 à 30 minutes sont prévues pour expliquer à la personne son fonctionnement. Une fois cette séance d'introduction terminée, le patient rentre chez lui avec une valise contenant le matériel de fixation des capteurs (y compris du Méfix), les 3 capteurs et leur boîtier réceptacle, un questionnaire Oswestry Disability Index (ODI) à remplir lors de

chaque série de mesure (baseline, et 3M) ainsi que le numéro professionnel de la personne de contact, Gerit Kulik, membre de l'équipe de recherche (079.556.78.03).

c. *Données*

Une fois les 5 journées de mesure réalisées, les patients doivent nous faire parvenir la valise. Dans les cas où ces derniers habitent loin de Lausanne ou n'ont pas l'occasion de s'y rendre, il est souvent arrivé que nous allions nous même rechercher le matériel.

Les valeurs des 5 jours de mesure sont transmises par des fichiers lisibles uniquement par Matlab® (Mathworks). Ce logiciel nous permet de transformer ces données en des fichiers textes facilement exploitables par Excel. Il est à noter que les données fournies par nos mesures sont vérifiées en collaboration avec le laboratoire d'Analyse du mouvement de L'EPFL qui nous fournit les capteurs.

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes penchés sur la capacité de marche qui est la principale fonction perturbée par les symptômes (claudication). Pour ce travail de master, il a été décidé d'analyser les 4 paramètres suivant : **la longueur des pas, la vitesse, la cadence des pas** ainsi que la **distance** parcourue.

Dans ce paragraphe est expliqué comment nous avons analysé les données.

Pour chaque période de marche, le matériel nous fournit la **moyenne** et sa déviation standard de chaque paramètre (longueur des pas, vitesse, cadence et distance). Grâce à excel, il nous est ensuite aisé de calculer pour chaque patient la moyenne de ces valeurs pour les 5 jours de mesure. La dernière étape se trouve être le calcul de la moyenne de chacune de ces valeurs pour tous les patients du groupe ce qui nous donne une base pour effectuer nos comparaisons.

A partir des moyennes et des déviations standards (ds), nous avons pu calculer le **coefficient de variabilité (CV)** de chaque paramètre (ds/moyenne). Pour rappel, le CV exprime la dispersion relative d'une série de valeurs autour d'une moyenne. Il va donc nous permettre de mesurer l'homogénéité des paramètres de la marche au cours des différentes promenades.

Lors d'un épisode de marche, nous avons observé que les premières et les dernières foulées ne se font en principe pas à la même vitesse et avec une longueur et une cadence de pas différente du reste de l'épisode. Comme expliqué plus haut, il nous faut à tous quelques foulées avant de trouver "un rythme de croisière" et les dernières enjambées sont souvent dédiées à l'approche d'un lieu où s'asseoir, ce qui modifie notre démarche. Afin de réduire au maximum l'effet "parasite" des premiers et derniers pas sur les CV, nous avons choisi de calculer ces coefficients uniquement pour **les trois périodes de marche les plus longues en distance**.

Parlons maintenant de l'ODI (Oswestry Disability Index) et de son utilité dans notre étude. Ce score a été publié dans une étude de Fairbank (and al.) en 1980 (11), dans le but de quantifier au mieux l'incapacité fonctionnelle des patients atteints de douleurs lombaires dans leur vie quotidienne. La traduction de ce test, initialement en anglais, a été validée dans plusieurs langues et notamment le français (29).

Pour ce qui est des résultats, le calcul se fait comme ceci; après que le questionnaire ait été rempli, il faut diviser la somme des points obtenus (0-50) par le nombre de sections auxquelles la personne a répondu (1-10). Le résultat doit alors être multiplié par 20 pour obtenir un pourcentage de l'incapacité fonctionnelle du sujet:

$$(\text{nbre de points} / \text{nbre de sections}) \times 20 = \% \text{ d'incapacité}$$

Une incapacité allant de 1 à 20% est qualifiée de "minimale", de 21 à 40% de "modérée", de 41 à 60% de "sévère", de 61 à 80% "d'extrême" et de 81 à 100% de "totale".

Afin de mesurer l'incapacité fonctionnelle subjective des patients de notre étude, nous avons choisi d'utiliser l'ODI avec quelques adaptations. En plus des 10 sections du score original, nous demandons au sujet d'évaluer la douleur ressentie au niveau du dos et des MI selon l'échelle visuelle analogique de la douleur (VAS) qui quantifie son intensité sur une échelle de 0 à 10. Les résultats aux VAS du dos et des membres inférieurs (MI) sont présentés dans nos résultats sous la forme d'un pourcentage du maximum possible (10).

5. Analyse des résultats

Ce chapitre se divise en trois parties; la **première** présente les caractéristiques démographiques de nos patients (âge et sexe), la **seconde** concerne les résultats à l'ODI, à l'échelle de la douleur (VAS) et le grade morphologique de la sténose, la **dernière** expose les résultats que nous avons obtenu pour les paramètres de la marche (longueur des pas, vitesse, cadence et distance parcourue)

a. *Démographie*

Voici donc les caractéristiques démographiques de nos patients.

Note: les patients sont nommés par leur numéro de référence. Ce chiffre a été attribué selon leur ordre d'entrée dans l'étude et ne correspond à aucune autre caractéristique. La raison pour laquelle les chiffres sont discontinus est que certains des 36 patients de la phase pilote n'avaient pas encore effectué les mesures. Nous avons donc dû prendre ceux pour qui des données valables étaient disponibles.

Non opérés:

Patients	Âge	Sexe
005	80	F
007	63	F
011	58	F
014	65	H
015	58	H
023	77	H
031	48	F
Moyennes	64.14	4F/ 3H

Opérés:

Patients	Âge	Sexe
001	67	F
002	77	F
003	82	H
009	82	H
010	68	F
013	63	F
016	71	F
Moyennes	72.86	5F/ 2H

Les deux groupes de patients présentent une différence d'âge non significative (P 0.11)

b. ODI, VAS et grade morphologique

La première colonne, "ODI total", contient les résultats à l'ODI (% d'incapacité de chacun des patients) alors que la deuxième, "Marche", contient les résultats de la section n°4 qui concerne cette fonction (voir Annexes). Les résultats sont présentés comme un pourcentage du maximum possible (5). Les 2 colonnes suivantes présentent les résultats aux VAS du dos et des jambes (% du maximum possible: 10 =100%). Puis, la colonne intitulée "ODI canal lombaire" représente une moyenne entre les résultats des colonnes "Marche, VAS dos et VAS jambes". De cette façon, nous avons regroupé en une seule valeur les trois paramètres qui nous intéressent particulièrement pour le canal lombaire étroit à savoir les douleurs lombaires, des MI et l'incapacité à la marche.

Finalement, la partie la plus à droite de chaque tableau indique le grade morphologique de sténose retenu pour chaque patient. Dans la plupart des cas, différents grades ont été attribués aux différents niveaux intervertébraux atteints. Selon le Dr Schizas (26), le grade retenu est le grade le plus grave qui a été observé.

Opérés (baseline):

Patients	ODI total %	Marche %	VAS dos %	VAS jambe %	ODI canal lombaire	Grade
001	84	100	100	100	100	D
002	27	0	80	60	47	D
003	16	20	15	95	43	C
009	40	60	65	60	62	D
010	50	40	65	70	58	D
013	30	20	80	80	60	C
016	53	20	85	90	65	C
Moyennes	43	37	70	79	62	

Non-opérés (baseline):

Patients	ODI total %	Marche %	VAS dos %	VAS jambe %	ODI canal lombaire	Grade
005	52	100	25	25	50	D
007	28	40	70	65	58	B
011						D
014	20	40	40	35	38	C
015	50	40	35	0	25	C
023	28	0	65	50	38	D
031						B
Moyennes	36	44	47	35	42	

Deux patients de ce groupe (011 et 031) n'ont malheureusement pas répondu au questionnaire ODI.

Comparaison:

	ODI total	Marche	VAS dos	VAS jambe	ODI canal lombaire
Opérés bsl	43	37	70	79	62
Non-opérés bsl	36	44	47	35	42
Différence	7%	-7%	23%	44%	20%

Opérés 3M:

Patients	ODI total %	Marche %	VAS dos %	VAS jambe %	ODI canal lombaire
001	13	0	5	0	2
002	31	20	0	30	17
003	0	0	5	15	7
009	16	20	20	30	23
010	14	0	0	0	0
013	9	0	20	10	10
016	30	0	50	15	22
Moyennes	16	6	14	14	11.3

Pour les patients opérés; changement entre avant et après traitement:

	ODI total	Marche	VAS dos	VAS jambe	ODI canal lombaire
Opérés baseline	43	37	70	79	62
Opérés 3M	16	6	14	14	11
Changement	-62%	-83%	-80%	-82.3%	-82.3%

Comparaison entre les opérés 3M et les non-opérés baseline:

	ODI total	Marche	VAS dos	VAS jambe	ODI canal lombaire
Non-opérés bsl	36	44	47	35	42
Opérés 3M	16	6	14	14	11
Différence	20%	38%	33%	21%	31%

c. *Paramètres de marche :*

Dans ce chapitre seront présentés les résultats des paramètres de marche obtenus à partir des techniques décrites dans la méthodologie.

Je commencerai par vous rappeler ici nos trois hypothèses :

1. Premièrement, avant tout traitement, la mobilité des futurs patients opérés est inférieure à celle des non-opérés (pierre angulaire de la décision thérapeutique).
2. Deuxièmement, à 3 mois après le traitement, la mobilité des patients opérés devrait se rapprocher de celle des patients "non-opérés" avant traitement.
3. Troisièmement, à 3 mois après l'intervention chirurgicale, les patients opérés ont une meilleure capacité de marche qu'avant le traitement.

Du point de vue de nos valeurs (moyennes et CV) décrites plus haut, nos hypothèses donneraient ceci:

1. Pour les mesures baseline, les moyennes des patients non-opérés devraient être plus élevées que celles des patients opérés (longueur des pas, vitesse et cadence). Les valeurs des CV (ds/moyenne) devraient être, de leur côté, plus basses (marche plus homogène).
2. A 3M après passage au bloc opératoire, les moyennes et les CV des patients opérés devraient se rapprocher de ceux des patients non-opérés avant traitement.
3. A 3M, les patients opérés devraient avoir des moyennes plus élevées et des CV plus faibles qu'avant le traitement (baseline).

Voici quelques tableaux illustrant quelles sont nos attentes par rapport aux valeurs décrites :

Hypothèse n°1:

moyennes	Opérés		Non opérés
longueur des pas		<	
vitesse		<	
cadence		<	
distance		<	

CV	Opérés		Non opérés
longueur des pas		>	
vitesse		>	
cadence		>	

Hypothèse n°2:

moyennes	Opérés		Non opérés
longueur des pas		≥	
vitesse		≥	
cadence		≥	
distance		≥	

CV	Opérés		Non opérés
longueur des pas		\leq	
vitesse		\leq	
cadence		\leq	

Hypothèse n°3:

moyennes	Opérés baseline		Opérés 3M
longueur des pas		<	
vitesse		<	
cadence		<	
distance		<	

CV	Opérés baseline		Opérés 3M
longueur des pas		>	
vitesse		>	
cadence		>	

Dans ce paragraphe sont présentés les résultats que nous avons obtenus. Ces derniers sont directement ordonnés sous forme de tableaux comparatifs rangés par hypothèses (1, 2 et 3). Pour chacune des comparaisons se trouve un tableau contenant les moyennes suivi d'un autre contenant les CV. Les paramètres de marche analysés sont, comme précédemment indiqué: **la longueur des pas (lp) en mètres, la vitesse (vit) en km/h, la cadence des pas (cad) en pas/minute et la distance parcourue (dist) en mètres**. En dessous de chaque moyenne et de chaque CV sont inscrites les déviations standards (ds) (=écart-type). La colonne la plus à droite de tous les tableaux contient les valeurs-P calculées selon le t-test. Les différences statistiquement significatives ont une valeur-P ≤ 0.05 .

Pour rappel, les **CV** sont calculés à partir des ds/moyenne des trois périodes de marche les plus longues en distance. Les valeurs présentées correspondent à une moyenne des CV de tous les patients du groupe pour chaque paramètre. La dernière ligne des tableaux CV contient la moyenne des distances des 3 périodes de marche les plus longues chez tous les patients du groupe.

Dans chacun des tableaux, les valeurs qui sont en accord avec nos hypothèses sont inscrites en **vert** alors que la couleur **rouge** marque les valeurs qui sont en désaccord avec nos prévisions. Les valeurs-P statistiquement significatives (< 0.05) sont également marquées en **vert**.

Hypothèse n°1

Pour les mesures baseline, les moyennes des patients non-opérés devraient être plus élevées que celles des patients opérés (longueur des pas, vitesse, cadence et distance). Les valeurs des CV (ds/moyenne) devraient être, de leur côté, plus basses (impotence moindre).

Comparaison entre les non-opérés et (futurs) opérés avant tout traitement (baseline):

Valeurs obtenues pour les **moyennes**:

moyenne	non-opérés	opérés	valeurs-P
longueur des pas	0.96	1.01	0.72
ds	0.14	0.16	
vitesse	2.96	2.87	0.84
ds	0.50	0.54	
cadence des pas	101.78	94.59	0.05
ds	9.93	11.59	
distance	29.73	23.96	0.48

Valeurs obtenues pour les **coefficients de variabilité (CV)**.

CV	non-opérés	opérés	valeurs-P
CV Ip.	0.10	0.13	0.19
ds	0.05	0.11	
CV vit.	0.12	0.15	0.16
ds	0.06	0.11	
CV cad.	0.06	0.07	0.56
ds	0.03	0.03	
Distance	333.62	154.16	0.05
ds	380.29	130.72	

Hypothèse n°2

A 3M après passage au bloc opératoire, les moyennes et les CV des patients opérés devraient se rapprocher de ceux des patients non-opérés avant traitement.

Comparaison entre les opérés à 3M et les non-opérés baseline:

Valeurs obtenues pour les **moyennes**:

moyennes	opérés 3M	non-opérés baseline	valeurs-P
longueur des pas	1.02	0.96	0.70
ds	0.14	0.14	
vitesse	3.08	2.96	0.83
ds	0.53	0.50	
cadence des pas	100.23	101.78	0.72
ds	10.29	9.93	
distance	38.61	29.73	0.43

Valeurs obtenues pour les **coefficients de variabilité (CV)**:

CV	opérés 3M	non-opérés baseline	valeurs-P
CV Ip.	0.12	0.10	0.46
ds	0.09	0.05	
CV vit.	0.14	0.12	0.27
ds	0.10	0.06	
CV cad.	0.07	0.06	0.38
ds	0.04	0.03	
Distance	299.32	333.62	0.73
ds	231.06	380.29	

Hypothèse n°3

A 3M, les patients opérés devraient avoir des moyennes plus élevées et des CV plus faibles qu'avant le traitement (baseline)

Voici la comparaison entre les opérés baseline et à 3M.

Valeurs obtenues pour les **moyennes**:

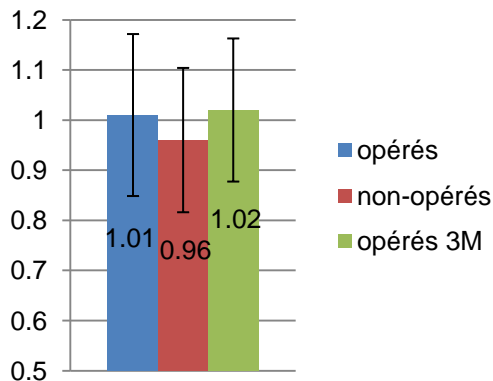
moyennes	opérés baseline	opérés 3M	valeurs-P
longueur des pas	1.01	1.02	0.93
ds	0.16	0.14	
vitesse	2.87	3.08	0.52
ds	0.54	0.53	
cadence des pas	94.59	100.23	0.19
ds	11.59	10.29	
distance	23.96	38.61	0.11

Valeurs obtenues pour les **coefficients de variabilité (CV)**:

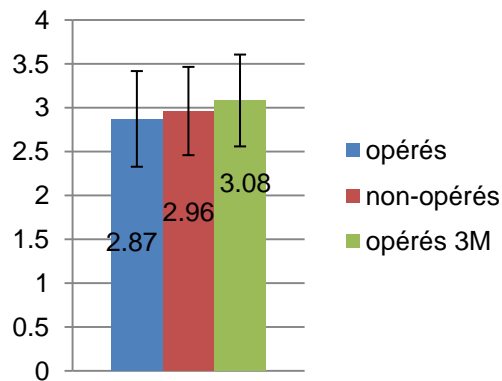
CV	opérés baseline	opérés 3M	valeurs-P
CV Ip.	0.13	0.12	0.59
ds	0.11	0.09	
CV vit.	0.15	0.14	0.74
ds	0.11	0.10	
CV cad.	0.07	0.07	0.68
ds	0.03	0.04	
Distance	154.16	299.32	0.02
ds	130.72	231.06	

Finalement, afin de mieux saisir les différences entre les différents groupes, voici 4 histogrammes qui comparent les moyennes des paramètres de marche dans les 3 groupes de patients: opérés baseline (opérés), non opérés et opérés 3 mois après intervention (opérés 3M).

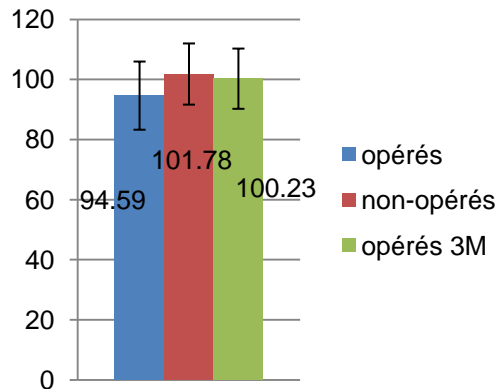
Longueur de pas:



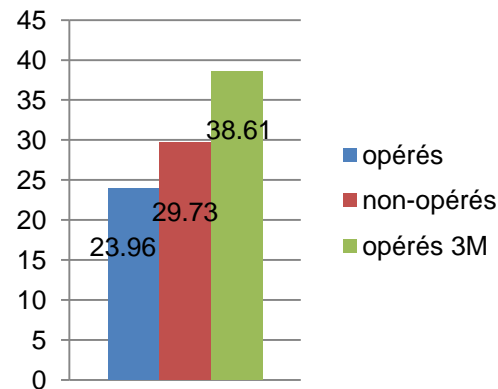
Vitesse:



Cadence:



Distance:



6. Discussion

Dans cette partie, nous discuterons des résultats présentés au chapitre précédent.

a. ODI, VAS et grade morphologique

Concernant le grade morphologique du canal lombaire de nos patients, il est à noter un élément important. En effet, nous voyons ici que sur 7 patients non opérés, 5 ont une sténose de grade C ou D. Précédemment, nous avons évoqué que les patients souffrant de sténose de ces deux stades sont plus souvent destinés au traitement chirurgical (26).

Cependant, au regard des résultats à L'ODI, il apparaît que l'incapacité des patients opérés est supérieure à celle des patients non-opérés (43% contre 36%). De plus, le score ODI canal lombaire qui évalue les capacités de marche ainsi que les douleurs du dos et des membres inférieurs, montre que les patients destinés à la chirurgie souffrent plus que les patients non opérés (62% contre 42%). Ceci nous montre que, dans mon travail de master, un grade morphologique qualifié de sévère à extrême (C ou D) ne prédit pas forcément la décision d'un traitement chirurgical. Nous voyons ici que l'intensité des symptômes et l'incapacité fonctionnelle qu'ils entraînent (ODI) influencent très fortement la décision thérapeutique. Il faut cependant se rendre compte du fait que des patients du groupe "non-opérés" pourront tout à fait subir une intervention chirurgicale par la suite, au cas où leurs symptômes se péjoreraient. Pour prendre cela en considération, il faudrait un suivi à long terme de nos patients. En conclusion de ce paragraphe nous pouvons affirmer que, dans cette étude, **les patients destinés à la chirurgie souffrent plus de leur canal lombaire étroit que les patients destinés au traitement conservateur.**

Après le traitement chirurgical, nous sommes très satisfaits de constater que les valeurs de l'ODI chutent passablement en comparaison des valeurs baseline chez les mêmes personnes (ODI -62%, ODI canal lombaire -82.3%). Ces valeurs significatives démontrent une nette amélioration des symptômes ressentis après la chirurgie. Si l'on compare les valeurs opérés 3M avec celles de non-opérés, nous remarquons que 3 mois après l'intervention les patients sont moins invalides que les patients destinés au traitement conservateur (ODI 16% contre 36%, ODI canal lombaire 11.3% contre 42%).

En conclusion, nous remarquons que **la chirurgie semble amener une nette amélioration des symptômes et donc de la capacité fonctionnelle.**

b. Paramètres de marche

Nous discuterons ici des résultats des paramètres objectifs de la marche en rapport avec les 3 hypothèses émises au début de ce travail.

Mais, avant cela, il est important de mentionner qu'avant d'analyser ces paramètres, nous étions d'abord intéressés au temps passé dans les **3 positions** principales (debout, assis et couché) ainsi qu'au temps nécessaire aux transitions entre celles-ci. L'hypothèse était alors que, après le traitement, les patients passent plus de temps debout et que les transitions entre les positions soient plus rapides. Après une première analyse des résultats, il s'est avéré que l'hypothèse ne se vérifiait pas. Ceci peut être expliqué par le fait que le temps passé dans chaque position est trop dépendant de l'emploi du temps de la personne et des ses activités du jour. Dans ce cas, ces valeurs ont alors peu de corrélation avec la sévérité des symptômes liée au canal lombaire étroit. Cet élément nous a finalement poussés à nous concentrer sur la fonction principale perturbée par la sténose canalaire: la **marche**.

En ce qui concerne les périodes de marche, il a été décidé qu'elles devaient durer au **minimum 10 secondes** pour être analysées. Cette durée a été fixée après une première observation des valeurs qui nous a montré qu'un déplacement de moins de 10 secondes est très peu représentatif des capacités de marche du sujet sur une période plus longue. Nous pouvons imaginer plusieurs explications à cela comme par exemple les déplacements de la personne à l'intérieur de son domicile. On imagine bien qu'une marche de 8 secondes à l'intérieur du logement pour aller de la chambre à coucher à la cuisine ne se fasse pas à la même vitesse ni à la même cadence de pas qu'une promenade de 20 minutes sur une

surface plane et sans obstacle. Une autre explication peut être trouvée dans le fait que nos patients ont une moyenne d'âge de **68.5 ans**. Même si les personnes présentant des pathologies rhumatologiques invalidantes ont été exclues de l'étude, nous pouvons tout de même prévoir que les premières secondes de la marche servent souvent au "déroutage" des articulations avant de trouver une vitesse et une cadence de croisière. **En conclusion, seules les périodes de marche de plus de 10 secondes ont été prises en compte pour le calcul des moyennes.**

Avant qu'ils ne soient discutés, nous pensons qu'il est justifié de bien comprendre la signification des **coefficients de variabilité (CV)**. D'après nos connaissances il apparaît qu'en marchant, un patient souffrant de claudication neurogène est obligé de s'arrêter régulièrement afin d'atténuer les douleurs ressenties. Ceci implique alors des marches plus courtes et "inhomogènes" avec de fréquentes modifications de la vitesse, de la longueur des pas et de la cadence. La conséquence de ceci sera l'augmentation des CV de tous les paramètres par rapport à une personne qui peut marcher plus longtemps et sans interruption. **Donc, concrètement, cela signifie qu'un patient qui souffrira moins des symptômes de sa sténose médullaire verra les CV de ses paramètres de marche diminuer.**

Hypothèse n°1

Avant tout traitement, la mobilité des futurs patients opérés est inférieure à celle des patients qui ne seront pas opérés.

En comparant les **moyennes** obtenues pour les non-opérés à celles des opérés baseline, nous pouvons remarquer que celles-ci penchent plutôt en faveur des non-opérés. Ces derniers auraient tendance à marcher plus vite, sur une plus grande distance et à une cadence de pas plus importante (2.96 contre 2.87 km/h p 0.84, 29.73 contre 23.96 mètres p 0.48, 101.78 contre 94.59 pas/minute p 0.05).

Les **CV** sont tous plus faibles chez les non-opérés ce qui démontre que les moyennes de chaque paramètre présentent moins de variabilité lors des différents épisodes de marche. Un élément significatif concerne la distance des 3 épisodes de marche les plus longs qui est plus élevée chez les non-opérés que chez les opérés baseline (333.62 contre 154.16 p 0.05). Nous pouvons donc en tirer que la marche des non-opérés est plus régulière mais aussi plus "facile" que celle des "futurs" opérés avant traitement.

En conclusion, si nous mettons en parallèle les valeurs de l'ODI et des paramètres de marche, nous remarquons que les **mobilités subjective (évaluée par le sujet) et objective (mesurée par les capteurs) sont toutes deux moins bonnes chez les patients qui nécessitent un traitement chirurgical**. Donc, dans cette étude, les chiffres semblent confirmer l'hypothèse n°1.

Hypothèse n°2

A 3 mois après passage au bloc opératoire, les moyennes et les CV des patients opérés devraient se rapprocher de ceux des patients non-opérés avant traitement.

En comparant les **moyennes** entre les patients opérés 3M et les non-opérés, il semble que la chirurgie a suffisamment amélioré les capacités de marche pour les rapprocher de celles des patients non-opérés avant traitement (longueur des pas 1.02 contre 0.96 p 0.70, vitesse

3.08 contre 2.96 p 0.83, cadence des pas 100.23 contre 101.78 p 0.72, distance 38.61 contre 29.73 p 0.43). Les valeurs P de ces différences montrent qu'elles sont statistiquement non significatives (>0.05).

Les valeurs des **CV** à 3 mois post op. se rapprochent également de celles des non-opérés avec des différences non-significatives ($P>0.05$). **Ceci semble montrer un réel rapprochement des paramètres de la marche entre les opérés 3M et les non-opérés ce qui serait en accord avec notre deuxième hypothèse.**

En mettant en parallèle les paramètres de marche avec le score ODI et les douleurs de ces patients (opérés 3M contre non-opérés baseline ODI 16% contre 36% p 0.02, ODI canal lombaire 11.3% contre 42% p 0.0007), il est intéressant de noter qu'il existe une différence significative des symptômes ressentis alors que les paramètres de marche semble être plus ou moins semblables ($P>0.05$). Cet élément sera intéressant à observer dans la suite de l'étude qui se poursuit sur un nombre plus important de patients. En effet nous pourrions suspecter un **effet bénéfique de la prise en charge chirurgicale** sur la tolérance des douleurs et autres symptômes...

Hypothèse n°3

A 3M, les patients opérés devraient avoir des moyennes plus élevées et des CV plus faibles qu'avant le traitement (baseline)

En regardant les moyennes et les CV, nous remarquons que seule la distance parcourue au cours des 3 épisodes de marche les plus longs est significativement plus importante 3 mois après l'intervention (299.32 contre 154.16 p 0.02). Toutes les autres valeurs sont en faveur du post- opératoire tout en restant non significatives (longueur de pas 1.02 contre 1.01 p 0.93, vitesse 3.08 contre 2.87 p 0.52, cadence 100.23 contre 94.59 p 0.19, distance 38.61 contre 23.96 p 0.11). Concernant la vitesse (3.08 à 3M contre 2.87 baseline p 0.52), il est important de parler d'une étude réalisée par Perera and al. en 2006 (21). Cette dernière avait pour but de savoir quel changement des paramètres de marche est ressenti comme significatif par des patients âgés souffrant d'atteinte globale de leur mobilité, de séquelles d'AVC ou résidents de maison de retraite. Pour ce qui est de la vitesse, leurs résultats ont démontré qu'une modification de 0.18 km/h était ressentie mais qualifiée de "petite" par les sujets. Pour que cette modification soit qualifiée de "considérable", il fallait qu'elle atteigne 0.36 km/h. Dans notre étude, les patients, après la chirurgie, marchent 0.21 km/h de plus qu'avant traitement. Cette valeur est donc "petite" mais certainement objectivable par les patients.

Par rapport à l'hypothèse n°3, il est important de mentionner la nette amélioration des résultats à l'ODI en post- opératoire. (ODI -62%, ODI canal lombaire -82.3%) qui nous montre une amélioration significative des symptômes.

Donc, la chirurgie permet une amélioration globale de la marche, au moins en termes de distance parcourue, et surtout une nette diminution de l'incapacité fonctionnelle. Nos valeurs semblent donc être en accord avec l'hypothèse n°3.

c. Limites et perspectives

Il est évident que mes conclusions se basent sur un nombre limité de données ce qui réduit leur signification statistique. Cependant, ces résultats satisfaisants nous ont encouragés à poursuivre l'étude, selon la même démarche, sur un nombre toujours croissant de patients.

Le but, à terme, sera la création d'une base de données fiable quant à la mobilité objective des patients souffrant d'un canal lombaire étroit pour une meilleure compréhension de leurs troubles vécus au quotidiens. Mis à part les paramètres que nous avons traités dans cette partie de l'étude, notre matériel nous fournit également des paramètres biomécaniques plus complexes comme par exemple l'angulation moyenne des articulations des MI et du thorax au cours de la marche. L'analyse de ces paramètres nous permettrait une description plus précise de la démarche de nos patients dans l'optique d'innovation en termes de dépistage et de diagnostic.

7. Conclusion

Ce travail de master a tout d'abord été très enrichissant au niveau des connaissances acquises. Il m'a permis de me rendre compte des aspects éthiques, scientifiques et interdisciplinaires d'une recherche clinique ainsi que de comprendre son rôle dans la pratique hospitalière de tous les jours. La rencontre avec quelques uns de nos patients, parfois à leur domicile, m'a également donné un aperçu du handicap quotidien imposé par ce trouble si fréquent qu'est le canal lombaire étroit.

8. Bibliographie

1. Aminian K, Najafi B, Büla C, Leyvraz P, Robert P. Spatio-temporal parameters of gait measured by an ambulatory system using miniature gyroscopes. J Biomech. 2002 Mai;35(5):689-699.
2. Aminian K, Robert P, Buchser EE, Rutschmann B, Hayoz D, Depairon M. Physical activity monitoring based on accelerometry: validation and comparison with video observation. Med Biol Eng Comput. 1999 Mai;37(3):304-308.
3. Amundsen T, Weber H, Lilleås F, Nordal HJ, Abdelnoor M, Magnaes B. Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features. Spine. 1995 Mai 15;20(10):1178-1186.
4. Paraschiv-Ionescu A, Buchser EE, Rutschmann B, Najafi B, Aminian K. Ambulatory system for the quantitative and qualitative analysis of gait and posture in chronic pain patients treated with spinal cord stimulation. Gait Posture. 2004 Oct;20(2):113-125.
5. Benini A. [Lumbar spinal stenosis. An overview 50 years following initial description]. Orthopade. 1993 Août;22(4):257-266.
6. Barz T, Melloh M, Staub L, Roeder C, Lange J, Smiszek F, et al. The diagnostic value of a treadmill test in predicting lumbar spinal stenosis. Eur Spine J. 2008 Mai;17(5):686-690.

7. Buchser, E. ; Paraschiv-Ionescu, A. ; Durrer, A. ; Depierraz, B. ; Aminian, K. ; Najafi, B. ; Rutschmann, B. Improved physical activity in patients treated for chronic pain by spinal cord stimulation. *Neuromodulation*, vol. 8, num. 1, 2005, p. 40-48
8. Bussmann JB, van de Laar YM, Neeleman MP, Stam HJ. Ambulatory accelerometry to quantify motor behaviour in patients after failed back surgery: a validation study. *Pain*. 1998 Fév;74(2-3):153-161.
9. Ciricillo SF, Weinstein PR. Lumbar spinal stenosis. *West. J. Med*. 1993 Fév;158(2):171-177
10. Deen HG, Zimmerman RS, Lyons MK, McPhee MC, Verheijde JL, Lemens SM. Use of the exercise treadmill to measure baseline functional status and surgical outcome in patients with severe lumbar spinal stenosis. *Spine*. 1998 Jan 15;23(2):244-248.
11. Fairbank J, Couper J, Davies J et al. The Oswestry low back pain questionnaire. *Physiotherapy* 1980; 66:271-3
12. Falunez, Traitement chirurgical du canal lombaire étroit : évidence scientifique en 2008, *Revue Médicale Suisse* N° 194 , 11/03/2009, article n°33926
13. Gülbahar S, Berk H, Pehlivan E, Senocak O, Akçali O, Koşay C, et al. [The relationship between objective and subjective evaluation criteria in lumbar spinal stenosis]. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2006;40(2):111-116.
14. Guigui P, Delecourt C, Delhoume J, Lassale B, Deburge A. [Severe motor weakness associated with lumbar spinal stenosis. A retrospective study of a series of 61 patients]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1997;83(7):622-628.
15. Hamanishi C, Matukura N, Fujita M, Tomihara M, Tanaka S. Cross-sectional area of the stenotic lumbar dural tube measured from the transverse views of magnetic resonance imaging. *J Spinal Disord*. 1994 Oct;7(5):388-393.
16. Haig AJ, Tomkins CC. Diagnosis and Management of Lumbar Spinal Stenosis. *JAMA*. 2010 Jan 6;303(1):71-72.
17. Lin S, Lin R. Disability and walking capacity in patients with lumbar spinal stenosis: association with sensorimotor function, balance, and functional performance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005 Avr;35(4):220-226.
18. Moon E, Kim H, Park J, Shin D, Ha J, Shim D, et al. Comparison of the predictive value of myelography, computed tomography and MRI on the treadmill test in lumbar spinal stenosis. *Yonsei Med. J*. 2005 Déc 31;46(6):806-811.
19. Najafi B, Aminian K, Paraschiv-Ionescu A, Loew F, Büla CJ, Robert P. Ambulatory system for human motion analysis using a kinematic sensor: monitoring of daily physical activity in the elderly. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2003 Juin;50(6):711-723.
20. Paraschiv-Ionescu A, Buchser EE, Rutschmann B, Najafi B, Aminian K. Ambulatory system for the quantitative and qualitative analysis of gait and posture in chronic pain patients treated with spinal cord stimulation. *Gait Posture*. 2004 Oct;20(2):113-125.

21. Perera S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA. Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2006 mai;54(5):743–9.
22. Schenkel M.-C., Canal lombaire étroit et claudication neurogène, *Revue médicale suisse* N°2338, 14/03/2001, article n°21213
23. Schönström N, Willén J. Imaging lumbar spinal stenosis. *Radiol. Clin. North Am.* 2001 janv;39(1):31–53, v.
24. Sirvanci M, Bhatia M, Ganiyusufoglu KA, Duran C, Tezer M, Ozturk C, et al. Degenerative lumbar spinal stenosis: correlation with Oswestry Disability Index and MR imaging. *Eur Spine J.* 2008 Mai;17(5):679-685.
25. Schizas C., Belgrand L., Norberg M. , Canal lombaire étroit : du diagnostic au traitement, *revue médicale suisse* N°2508, 08/12/2004 article n°24222
26. Schizas C, Theumann N, Burn A, Tansey R, Wardlaw D, Smith FW, et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images. *Spine.* 2010 Oct 1;35(21):1919-1924.
27. Tessitore E., Becker H.-J., Canal lombaire étroit – Claudication neurogène. *SwissNeurosurgery.ch* 08.1 Edition n° 1, vol. 1, 7 janvier 2008 (http://www.swissneurosurgery.ch/xwiki/bin/download/Content/archiv_periodikum/IMI/MNC0801FDruckweb.pdf)
28. Verbiest H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. 1954. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2001 Mar;(384):3-9.
29. Vogler D, Paillex R, Norberg M, de Goumoëns P, Cabri J. Validation transculturelle de l'Oswestry disability index en français. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique.* 2008 juin;51(5):379–85.
30. Walter B. Greene, MD, Robert K. Snider and al., *Essentials of Musculoskeletal Care*, 2nd edition, AAOS 2001
31. Yaşar B, Simşek S, Er U, Yiğitkanlı K, Ekşioğlu E, Altuğ T, et al. Functional and clinical evaluation for the surgical treatment of degenerative stenosis of the lumbar spinal canal. *J Neurosurg Spine.* 2009 Sep;11(3):347-352.
32. Zeifang F, Schiltenswolf M, Abel R, Moradi B. Gait analysis does not correlate with clinical and MR imaging parameters in patients with symptomatic lumbar spinal stenosis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:89.

9. Annexes

ODI (Oswestry Disability Index):



Questionnaire de capacité fonctionnelle d'Oswestry (v. 2.1)

NOM _____

Date _____

Prière de remplir ce questionnaire. Il a été élaboré dans le but de connaître l'impact de votre problème de dos sur vos capacités à réaliser vos activités de la vie quotidienne.

- Veuillez répondre à chaque question.

- Désignez dans chaque section une seule réponse, celle qui décrit au mieux votre état de ce jour.

Si 0 représente aucune douleur et 10 la douleur la plus forte que vous puissiez imaginer, indiquez ci dessous par un trait l'intensité moyenne de votre douleur ces derniers jours :

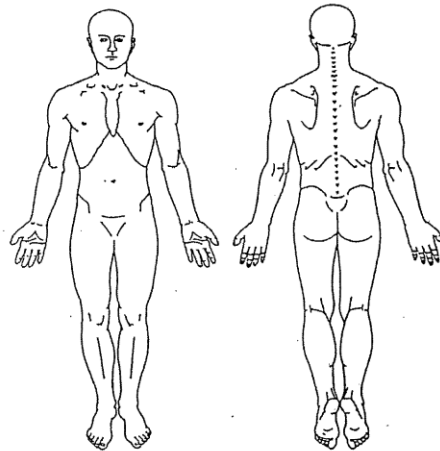
1. Au niveau du dos :

0 _____ 10

2. Au niveau de la jambe :

0 _____ 10

Indiquez sur ce dessin par des croix(x) la région où vous ressentez la douleur et par des cercles (o) où vous ressentez des fourmillements ou des pertes de sensibilité.



Section 1 – Intensité de la douleur

En ce moment, je ne ressens aucune douleur.	<input type="checkbox"/> 0
En ce moment, j'ai des douleurs très légères.	<input type="checkbox"/> 1
En ce moment, j'ai des douleurs modérées.	<input type="checkbox"/> 2
En ce moment, j'ai des douleurs assez intenses.	<input type="checkbox"/> 3
En ce moment, j'ai des douleurs très intenses.	<input type="checkbox"/> 4
En ce moment, les douleurs sont les pires que l'on puisse imaginer.	<input type="checkbox"/> 5

Section 2 – Soins personnels (se laver, s'habiller, etc.)

Je peux effectuer normalement mes soins personnels sans douleurs supplémentaires.	<input type="checkbox"/> 0
Je peux effectuer normalement mes soins personnels, mais c'est très douloureux.	<input type="checkbox"/> 1
Je dois effectuer mes soins personnels avec précaution et lenteur, et je ressens des douleurs.	<input type="checkbox"/> 2
Pour les soins personnels, j'ai besoin d'aide, mais j'arrive encore à effectuer la plus grande partie seul.	<input type="checkbox"/> 3
J'ai besoin d'aide tous les jours pour la plupart de mes soins personnels.	<input type="checkbox"/> 4
Je ne peux plus m'habiller, je me lave avec difficulté et je reste au lit.	<input type="checkbox"/> 5



Section 3 – Soulever des charges

Je peux soulever des charges lourdes sans augmentation des douleurs.	<input type="checkbox"/> 0
Je peux soulever des charges lourdes, mais cela provoque une augmentation des douleurs.	<input type="checkbox"/> 1
Les douleurs m'empêchent de soulever des charges lourdes depuis le sol, mais cela reste possible si elles sont sur un endroit approprié, ex : sur une table.	<input type="checkbox"/> 2
Les douleurs m'empêchent de soulever des charges lourdes, mais je peux en soulever des légères à modérées si elles sont sur un endroit approprié.	<input type="checkbox"/> 3
Je ne peux soulever que de très légères charges.	<input type="checkbox"/> 4
Je ne peux rien soulever ni porter du tout.	<input type="checkbox"/> 5

Section 4 – Marche

Les douleurs ne m'empêchent pas de marcher, quelle que soit la distance.	<input type="checkbox"/> 0
Les douleurs m'empêchent de marcher au delà de 1 km.	<input type="checkbox"/> 1
Les douleurs m'empêchent de marcher au delà de 250 m.	<input type="checkbox"/> 2
Les douleurs m'empêchent de marcher au delà de 100 m.	<input type="checkbox"/> 3
Je ne peux marcher qu'avec une canne ou des béquilles.	<input type="checkbox"/> 4
Je reste au lit la plupart du temps et dois me traîner jusqu'aux toilettes.	<input type="checkbox"/> 5

Section 5 – Position assise

Je peux rester assis aussi longtemps que je le désire sur n'importe quel siège.	<input type="checkbox"/> 0
Je peux rester assis aussi longtemps que je le désire sur mon siège favori.	<input type="checkbox"/> 1
Les douleurs m'empêchent de rester assis plus d'une heure.	<input type="checkbox"/> 2
Les douleurs m'empêchent de rester assis plus d'une demi-heure.	<input type="checkbox"/> 3
Les douleurs m'empêchent de rester assis plus de dix minutes.	<input type="checkbox"/> 4
Les douleurs m'empêchent toute position assise.	<input type="checkbox"/> 5

Section 6 – Position debout

Je peux rester debout aussi longtemps que je le désire sans douleur supplémentaire.	<input type="checkbox"/> 0
Je peux rester debout aussi longtemps que je le désire, mais cela provoque des douleurs supplémentaires.	<input type="checkbox"/> 1
Les douleurs m'empêchent de rester debout plus d'une heure.	<input type="checkbox"/> 2
Les douleurs m'empêchent de rester debout plus d'une demi-heure.	<input type="checkbox"/> 3
Les douleurs m'empêchent de rester debout plus de dix minutes.	<input type="checkbox"/> 4
Les douleurs m'empêchent de me tenir debout.	<input type="checkbox"/> 5

Section 7 – Sommeil

Mon sommeil n'est jamais dérangé par les douleurs.	<input type="checkbox"/> 0
Mon sommeil est parfois dérangé par les douleurs.	<input type="checkbox"/> 1
A cause des douleurs, je dors moins de six heures.	<input type="checkbox"/> 2
A cause des douleurs, je dors moins de quatre heures.	<input type="checkbox"/> 3
A cause des douleurs, je dors moins de deux heures.	<input type="checkbox"/> 4
Les douleurs m'empêchent de dormir.	<input type="checkbox"/> 5

Section 8 – Vie sexuelle (si présente)

Ma vie sexuelle est normale et ne provoque pas de douleurs supplémentaires.	<input type="checkbox"/> 0
Ma vie sexuelle est normale, mais provoque parfois quelques douleurs supplémentaires.	<input type="checkbox"/> 1
Ma vie sexuelle est presque normale, mais est très douloureuse.	<input type="checkbox"/> 2
Ma vie sexuelle est fortement réduite à cause des douleurs.	<input type="checkbox"/> 3
Ma vie sexuelle est presque inexistante à cause des douleurs.	<input type="checkbox"/> 4
Les douleurs m'empêchent toute vie sexuelle.	<input type="checkbox"/> 5

Section 9 – Vie sociale

Ma vie sociale est normale et ne provoque pas de douleur supplémentaire.	<input type="checkbox"/> 0
Ma vie sociale est normale, mais elle augmente l'intensité des douleurs.	<input type="checkbox"/> 1
La douleur n'a pas de répercussion significative sur ma vie sociale, excepté une limitation lors de mes activités physiques, ex : le sport, etc.	<input type="checkbox"/> 2
Les douleurs limitent ma vie sociale et je ne sors plus aussi souvent.	<input type="checkbox"/> 3
Les douleurs limitent ma vie sociale à mon foyer.	<input type="checkbox"/> 4
Je n'ai pas de vie sociale à cause des douleurs.	<input type="checkbox"/> 5

Section 10 – Voyage

Je peux voyager partout sans douleur.	<input type="checkbox"/> 0
Je peux voyager partout, mais cela provoque une augmentation des douleurs.	<input type="checkbox"/> 1
Les douleurs sont bien présentes, mais je peux effectuer un voyage de plus de 2 heures.	<input type="checkbox"/> 2
Les douleurs m'empêchent tout voyage de plus d'une heure.	<input type="checkbox"/> 3
Les douleurs ne me permettent que de courts voyages nécessaires de moins de 30 minutes.	<input type="checkbox"/> 4
Les douleurs m'empêchent tout déplacement, sauf pour recevoir un traitement	<input type="checkbox"/> 5